

Surface light source element and liquid crystal device and sign display device using same

Publication number: CN1078335 (C)

Publication date: 2002-01-23

Inventor(s): MASAHIRO ODA [JP]; ISSEI CHIBA [JP]; YASUKO HAYASHI [JP]

Applicant(s): MITSUBISHI RAYON CO [JP]

Classification:

- **international:** *F21V8/00; G02B6/00; F21V8/00; G02B6/00; (IPC1-7): F21V8/00; G02B6/00; G09F9/00; G02F11/335*

- **European:** G02B6/00L6O4B; G02B6/00L6O8P

Application number: CN19971092605 19970131

Priority number(s): JP19960016928 19960201; JP19960040719 19960201; JP19960175122 19960704

Also published as:

 CN1212042 (A)

 EP0882930 (A1)

 US6099135 (A)

 WO9728403 (A1)

 ID15863 (A)

Abstract not available for CN 1078335 (C)

Abstract of corresponding document: **EP 0882930 (A1)**

A surface light source device, comprising a light source (2); a light conductor (1) which has a light incident face (11) on at least one side end surface thereof which confronts the light source (2), and a light emitting face (12) on one surface thereof which is substantially perpendicular to the light incident face (11); and a light angle varying sheet (3) which is disposed at a side of the light emitting face (12) of the light conductor (1), wherein at least one of the light emitting face (12) and a back surface (13) of the light conductor (1) comprises a minute structure having an average slant angle of 0.5 to 7.5 degrees. The light angle varying sheet (3) may comprise a prism sheet having a plurality of prisms (31) which are formed parallel to one another on at least one surface thereof.; The minute structure may comprise a roughened surface which includes a plurality of fine convex members each having a substantially spherical surface or a plurality of prism arrays having slant surfaces which extend parallel to said light incident face (11) and which have an average slant angle of 0.5 to 7.5 degrees.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97192605.0

[45] 授权公告日 2002 年 1 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1078335C

[22] 申请日 1997.1.31 [24] 颁证日 2002.1.23

[21] 申请号 97192605.0

[30] 优先权

[32] 1996.2.1 [33] JP [31] 16928/1996

[32] 1996.2.1 [33] JP [31] 40719/1996

[32] 1996.7.4 [33] JP [31] 175122/1996

[86] 国际申请 PCT/JP97/00237 1997.1.31

[87] 国际公布 WO97/28403 日 1997.8.7

[85] 进入国家阶段日期 1998.8.26

[73] 专利权人 三菱丽阳株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 小田雅春 千叶一清 林泰子

审查员 杜广元

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

务所

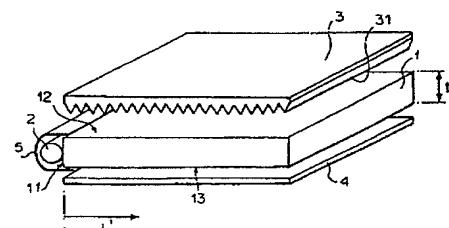
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 26 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 面光源元件及使用它的液晶显示装置和
标志显示装置

[57] 摘要

一种面光源元件,包括:光源(2);至少一个与该光源(2)相对的侧端面作入射面(11)、与该入射面基本垂直的面作发光面(2)的光导体(1);以及在光导体的发光面一侧配置的光角度调节薄板(3)。其中上述光导体的发光面和其内表面中至少一个具有平均倾斜角0.5—7.5°的微细结构。该微细结构的粗糙表面可以包括多个表面基本为球形的微细凸状部件或多个棱镜阵列。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种面光源元件，其特征在于，它包括：
光源；
至少一个与该光源相对的侧端面作为入射面、与该入射面基本垂直的面作为发光面的光导体；以及
在该光导体的发光面一侧，的光角度调节薄板；
其中上述光导体的发光面和其内表面中的至少一个具有平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的微细结构。
2. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：
上述光角度调节薄板至少在其一个表面上包括具有多个彼此平行地形成的透镜阵列的透镜薄板。
3. 一种权利要求 2 所述的面光源元件，其特征在于：
上述透镜薄板是一个至少在其一个表面上包括具有多个彼此平行地形成的棱镜阵列的棱镜薄板。
4. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：
上述微细结构包括一个由多个表面上基本上为球形的微细凸状部件组成的粗糙表面。
5. 一种权利要求 4 所述的面光源元件，其特征在于：
上述多个凸状部件的微小平均曲率半径和平均周期之比为 $3 \sim 10$ ，
微小平均曲率半径的分布平均偏差和微小平均曲率半径之比 < 0.85 。
6. 一种权利要求 4 所述的面光源元件，其特征在于：
上述粗糙表面上微小平均倾斜角 $\geq 20^\circ$ 的区域的比例 $\leq 2\%$ 。
7. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：
上述微细结构包括多个与光入射面平行、平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的斜面组成的透镜阵列。
8. 一种权利要求 7 所述的面光源元件，其特征在于：
上述透镜阵列包括棱镜阵列。
9. 一种权利要求 7 所述的面光源元件，其特征在于：

上述透镜阵列包括断面为弧状的透镜阵列。

10. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：

上述光导体发光面的光发射率设定为 1 ~ 4.5%.

11. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：

上述光导体发光面上具有最大光强的峰值光方向与发光面法线方向
夹角 $\geq 65^\circ$.

12. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：

上述光导体发光面上具有最大光强的峰值光方向与具有最大光强的
50% 的光的方向夹角 $\leq 20^\circ$.

13. 一种权利要求 1 所述的面光源元件，其特征在于：

上述光导体从其光入射端到与之相对的另一端的长度(L)与光导体厚
度(t)之比 $(L/t) \leq 200$.

14. 一种液晶显示器件，其特征在于：

将权利要求 1 所述的面光源元件用作背景灯。

15. 一种权利要求 14 所述的液晶显示装置，其特征在于：

上述光导体的发光面上亮度的弥散度(R%) $\leq 30\%$.

16. 一种标志显示装置，其特征在于：

将权利要求 1 所述的面光源元件用作背景灯。

17. 一种权利要求 16 所述的标志显示装置，其特征在于：

上述光导体的发光面上亮度的弥散度(R%) $\leq 250\%$.

18. 一种交通标志显示装置，其特征在于：

将权利要求 1 所述的面光源元件用作背景灯。

19. 一种权利要求 18 所述的交通标志显示装置，其特征在于：

上述光导体的发光面上亮度的弥散度(R%) $\leq 450\%$.

说 明 书

面光源元件及使用它的液晶显示装置和
标志显示装置

本发明涉及在手提式个人电脑、液晶电视等的显示装置；车站、公共设施等处使用的指路标志和大尺寸展板等标志显示装置；以及高速公路、一般公路上使用的各种各样的指路标志和交通标志等交通标志显示装置中使用的面光源元件，更具体地说，本发明涉及一种面光源元件，具有高的亮度，在其发光面上无须斑点图案处理或其它的均匀化处理工艺就可得到均匀的亮度分布。

近来，彩色液晶显示装置在手提式个人电脑、液晶电视和录像一体型液晶电视等中得到了广泛的应用。液晶显示装置包括背景光部分和液晶显示部分。背景光部分的发光系统采用底面发光系统和侧面发光系统，其中，底面发光系统的光源设置在液晶显示部分的紧下方，侧面发光系统的光源设置在光导体的侧面。

现在，由于侧面发光系统更利于减小液晶显示装置的尺寸，被用得愈加频繁。在侧面发光系统中，光源被设置在平面光导体的侧面部分，使得光导体的整个表面上发光，因此采用该系统的背景光部分叫做“面光源元件”。

根据这样的面光源元件，光导体采用平面透明部件如聚丙烯树脂板等，从设置在光导体侧面的光源发出的光通过该侧面（光入射面）引入光导体，入射光从光导体的正面（发光面）和背面完全反射，然后通过光导体。进而，为了从整个发光面发光，在光导体的正面或背面提供了发光构件或发光部分如光散射部分。然而，当在光导体的正面或背面均匀地形成发光部分时，光越远离光源，发出的光的亮度就越小，因此发光面上的亮度分布就变得不均匀，得不到高质量的显示图像。

液晶显示器件的尺寸越大，这个结果就越显著，所以面光源元件不能在10吋或更大的液晶显示装置中实用。尽管如此，现在还需求大尺寸

的液晶显示装置，为了满足这种需求，用于手提个人电脑、液晶电视等中的液晶显示器件必须使其屏幕上的亮度分布十分均匀。

而且，在诸如指路标志、大尺寸标牌之类的标志显示装置和诸如指路标志、交通标志之类的交通标志显示装置中，使用两个照明系统，即内部照明系统和外部照明系统，以提高夜间的视觉识别和字符识别。在内部照明系统中，字符、图形、照片等通过切割，印刷之类的方式在诸如异丁烯酸盐板之类的半透明塑料板上形成显示板。光源设置在显示板的里面，并把显示板照亮。直管状或环状的荧光灯通常被用作光源。在外部照明系统中，在显示信息的显示板的上、下、左、右边都可设置光源，光源照亮显示板的整个表面。光源通常采用直管状光源。

在如上所述的传统显示装置中，显示板的整个平面上亮度分布是不均匀的，即亮度的最大值与最小值之比非常大。因此，通过这样的照明系统，很难得到具有均匀亮度分布的显示装置，特别是对于外部照明系统，这个问题更加严重。而且对于内部照明系统还存在这样的问题：被用作光源的荧光灯之类可以透过显示板不经意地看到（即透视现象）。

因此，已经尝试采用边缘发光型底面发光系统，其中光源设置在平面光导体的侧表面上，使得发出的光经光导体的整个表面到显示器件。然而，这些显示器件需要大尺寸的面光源元件，因此它们也具有和上述液晶显示装置相同的问题，即在发光面上得不到足够均匀的亮度。

为了解决面光源元件的“亮度不均匀”的问题，已经提出了多种方案。例如，在日本特开平 1-24522 号公报中提出的面光源元件，是在与光导体的发光面正对的内表面上涂覆或粘结光散射材料，光散射材料的密度距光入射面的距离增加而增加。还有，在日本特开平 1-107406 号公报中提出的光导体，包含多个条状的透明板，在其上形成不同图案的光散射材料构成的细小斑点。在这样的面光源元件中，由于用作散射材料的白色颜料采用二氧化钛、硫酸钡等，当光入射到光散射材料上发生散射时，会出现光吸收之类引起的光损失。因此，虽然亮度分布均匀了，发出的光的亮度却下降了。

还有，在日本特开平 1-244490 和日本特开平 1-252933 中提出的面光

源元件中，在光导体的发光面上设置了具有和发光分布的倒数相匹配的光反射图案的发光调节部件或光散射板，然而，在这样的面光源元件中，由于从发光调节部件和光散射板上反射的光不能被再利用，也会发生同样的光损失现象，因此，在所期望的方向上的光的亮度下降。

还有，在日本特开平 2-17 和日本特开平 2-84618 中提出的面光源元件中，在正对着光导体发光面的内表面或发光面中的至少一个上，形成一个暗光泽面(梨皮面)或多个透镜单元，并在发光面上安装棱镜薄板。在这样的面光源器件中，发出的光的亮度非常高，但发光面上的亮度分布的均匀度仍然不令人满意。因此，这种面光源器件仅仅对于几英吋大小的小尺寸面光源元件实用。

为了提供一种既能实现亮度均匀，又能降低光损失以提高亮度的面光源元件，日本特开平 6-18879 号公报提出了下面的面光源元件，其中，在光导体的发光面上形成一个暗光泽面(梨皮面)或多个透镜单元，在光导体的内表面上形成粗糙表面部分和光滑表面部分，且粗糙表面部分和光滑表面部分的比值随距光源的距离增加而增加，并在发光面上安装棱镜薄板。在这种面光源器件中，可以使发出的光亮度均匀和降低光损失，但这种面光源器件应用在诸如液晶显示器件、标志显示装置之类的显示器件上时，在光导体的内表面上形成的由粗糙表面部分和光滑表面部分组成的图案，可以通过液晶显示面板和显示板看到，使得观看者不容易看到画面。

因此，本发明的目的在于提供一种优良的面光源元件，具有高的亮度，而且无须斑点图案处理或其它的均匀化处理工艺就可在发光面上得到均匀的亮度分布。

鉴于前述情形，本发明人认真地研究了光导体发光面和内表面的结构。并由此发现，通过把发光面或内表面设计成具有一定倾斜角的微细凹凸的粗糙表面，或具有一定倾斜角的多个透镜阵列的粗糙表面。就可以得到一种优良的面光源元件，具有高的亮度，而且无须斑点图案处理或其它的均匀化处理工艺就可在发光面上得到均匀的亮度分布。

即，根据本发明的面光源元件包括：光源；光导体，其正对光源的至少一个侧表面作为光入射面，其与光入射面基本垂直的表面作为发光面；

以及设置在光导体的发光面一侧的光角度调节薄板，其特征在于：上述光导体的发光面和内表面中的至少一个包含具有平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的微细结构。

例如，根据本发明的面光源元件包括：光源；光导体，其正对光源的至少一个侧面作为光入射面，其与光入射面基本垂直的表面作为发光面；以及设置在光导体的发光面一侧至少在其一个表面上具有多个平行的透镜阵列的透镜薄板，其特征在于：上述光导体的发光面和内表面中的至少一个包含粗糙表面，粗糙表面包含多个具有基本上为球形表面的凸状部件，粗糙表面的平均倾斜角设为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 。

再例如，根据本发明的面光源元件包括：光源；光导体，其正对光源的至少一个侧面作为光入射面，其与光入射面基本垂直的表面作为发光面；以及设置在光导体的发光面一侧、至少在其一个表面上具有多个平行的透镜阵列的透镜薄板，其特征在于：上述光导体的发光面和内表面中的至少一个包含多个与光入射面平行、且其平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的透镜阵列。

更进一步，所有根据本发明的液晶显示器件、标志显示装置和交通标志显示装置都把面光源器件用作背景光。

根据本发明，在光导体的发光面和内表面中的至少一个上形成多个具有表面基本上为球形的、平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的微细凸状部件，或在光导体的发光面和内表面上中的至少一个上形成多个与光入射面平行，且其平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的透镜阵列。在这种结构中，光导体发光面发出的光的发射效率可被降低，从而使大量的光向光导体尖端部分传播。因此，无须斑点图案之类的均匀化处理工艺，在发光面上就可以实现高度均匀的亮度分布。

图 1 是根据本发明的面光源器件的透视图。

图 2 是根据本发明的光导体发光面上的示意光路图。

图 3 是一个坐标系，其中根据本发明的凸状部件的球形被简化成一个圆。

图 4 是根据本发明的光导体的棱镜表面的部分截面图。

图 5 是根据本发明的光导体的透镜表面的部分截面图。

图 6 是根据本发明的面光源元件的一光导体的侧视图。

图 7 是根据本发明的面光源元件的另一光导体的侧视图。

图 8 是根据本发明的液晶显示装置的部分透视图。

图 9 是光导体所发出的光的分布图。

图 10 是根据本发明实施例 1 的元件的粗糙表面的粗糙度、和表面粗糙度的一次和二次微分系数。

图 11 是根据本发明比较例的元件的粗糙表面的粗糙度、和表面粗糙度的一次和二次微分系数。

图 12 是比较例的光导体的棱镜表面的部分截面图。

图 13 是比较例的光导体折透镜表面的部分截面图。

图 1 是根据本发明实施方案的面光源元件的透视图。如图 1 所示，该方案的面光源元件包括：长形光源 2；光导体 1，它至少具有一个和光源 2 正对的光入射面 11 和与该光入射面 11 基本垂直的光反射面 12；和光角度调节薄板 3，它包括：设置在光导体 1 的发光面 12 上的诸如棱镜薄板之类的透镜薄板。在由此构造的面光源元件中，来自光源 2 并进入光导体 1，且具有大于临界面的入射角的一部分光在被光导体 1 的发光面 12 和内表面 13 完全反射后；在光导体 1 中反复传输。当光导体 1 的表面(发光面 12)设计成凹凸表面时，入射角小于凹凸部分临界角的光在凹凸部分发生折射，并传播到光导体 1 的外面。而入射角大于临界角的光被全部折射，继续在光导体 1 内部传播。这种现象的发生是因为光的传播方向(即，光是被反射，还是被折射)是由斯涅尔(Snell)定律决定的。换言之，它是由媒质的折射率、光对于被进入平面法线的的入射角决定的。

图 2 是光在表面具有凹凸部分的光导体 1 中折射和反射的示意图。以小于界角的入射角 i 射到凹凸部分的斜面上的光 A，从光导体 1 中以折射角 i' 发出，满足斯涅尔定律的 $nsini=Sini'$ (其中 n 是光导体 1 的折射率)关系。另一方面，以大于临界角的入射角 k 射到凹凸部分斜面上的光 B，在斜面上以角度 k' ($k' = k$)完全反射，继续在光导体 1 中传播。射入凹凸部分并被反射的光，当再次进入凹凸部分时，入射角会变化，因此有可

能传播到光导体 1 的外边去。

本申请的发明人经过试验发现，某一点的发光强度 I 和面光源元件末端的光入射面的发光强度 I 。满足以下公式(1):

$$I=I_0 \cdot (1 - \alpha/100)^{L'/t} \cdots (1)$$

其中 α 是发射率， L' 是到入射面末端的距离， t 是光导体 1 的厚度。

从公式(1)明显可见，如果确定了长度(L)和光导体 1 厚度(t)，发光面上的亮度分布的均匀性就取决于发射率(α)，厚度为 t (mm)的光导体 1 的发射率(α)可用下式(2)计算：

$$\alpha = (1 - 10^K) \times 100 \cdots (2)$$

从光导体 1 的光入射面末端每隔 20mm 测一次亮度，然后在表示光入射面末端距离 L' 和光导体厚度 t 的比值(L'/t)与亮度关系的对数图上计算出梯度 [$K(mm^{-1})$]，即为 K 值。

在本发明中，下式(3)表示的弥散度($R\%$)用作评价和检验面光源器件的亮度分布均匀性的标准。用下述方法测量弥散度($R\%$)，即在光导体 1 的基本为中心的区域测量光导体 1 发光面的亮度，该区域从距光入射面末端 5mm 处到另一末端每隔 20mm 进行测量，该中心区域基本位于光源 2 长度方向的中心部位，计算出测量亮度的最大值(I_{max})、平均值(I_{av})和最小值(I_{min})。然后，用下式(3)计算出弥散度($R\%$)：

$$R\% = [(I_{max} - I_{min})/I_{av}] \times 100 \cdots (3)$$

结果发现，发射率(α)和弥散度($R\%$)决定于光导体 1 的长度(L)和厚度(t)，满足它们之间的特定关系。即发射率(α)增加，弥散度($R\%$)也增加。如果发射率(α)不变，光导体 1 的长宽比 L/t 增加时弥散度($R\%$)增加。如果光导体 1 的尺寸不变，光导体 1 发光面上亮度分布的均匀性决定于光导体 1 的发射率(α)，通过控制发射率(α)可实现均匀的亮度分布。

而且，本申请的发明人还发现：如果光导体 1 的表面(发光面 12、内表面 13)设计成具有微细凹凸的粗糙平面，包含多个具有基本上为球形表面的微细凸状部件或者多个平行于光导体 1 的光入射面 11 的透镜阵列，光导体 1 的发光方向和发射率根据构成粗糙表面的凹凸部分的梯度和构成透镜阵列的倾斜表面的梯度而变化。

采用具有微细凹凸的粗糙表面时，粗糙表面的微细凹凸形状可被近似为具有一定梯度的斜面。在此，可把 ISO 4287/1-1987 定义的平均倾斜角用作梯度。当平均倾斜角(θ_a)增加时，光导体发出的光变得基本上与发光面 12 的法线方向(即光导体 1 的厚度方向)平行。而且，平均倾斜角(θ_a)增加时，光导体 1 的发射率也增加。因此，面光源元件的发光面 12 的亮度分布均匀性，通过减小光导体 1 的发射率 α ，即减小平均倾斜角(θ_a)而提高。

以上述新认识为基础，根据本发明，光导体 1 的发光面和与之相对的内表面中的至少一个被设计成具有平均倾斜角(θ_a)为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的粗糙表面或多个透镜阵列。通过这种设计，光导体 1 的光发射率(α)可被大大地降低，在面光源器件的发光面 12 上可望得到良好的亮度分布均匀性。如果粗糙表面的平均倾斜角 θ_a 小于 0.5° ，从光导体 1 的发光面 12 上发出的光的总量减少，得不到足够高的亮度，而发光面上的光发射角(与发光面 12 的法线方向的夹角)增加时，即使通过诸如棱镜薄板，透镜薄板之类的角度调节部件也不能把发射光调节到法线方向。另一方面，如果平均倾斜角(θ_a)超过 7.5° ，光导体 1 的光发射率(α)增加，由此面光源元件的亮度分布均匀性降低。优选地，平均倾斜角(θ_a)设置为 $1 \sim 6^\circ$ ，更优选地，设置为 $2 \sim 5^\circ$ 。

具有微细凹凸的粗糙表面的平均倾斜角可用下述方法计算。首先，采用触针式表面粗糙度测量仪以 0.03mm/sec 的行速测量在光导体 1 表面上形成的粗糙表面的粗糙度，在测得结果的图中扣除平均线的值以校正斜面，然后利用式(4)和(5)计算平均倾斜角(θ_a)。

$$\Delta a = (1/L'') \int_0^{L'} |(d/dx)f(x)|(dx) \cdots (4)$$

$$\theta_a = \tan^{-1} \Delta a \quad \cdots (5)$$

其中， L'' 是用触针扫描的距离， x 是测量位置， $f(x)$ 是触针的位移。

进一步地，根据本发明，为了有效地提高面光源元件亮度分布的均匀性，优选地，光导体 1 的发光面 12 的发射率(α)设为 $1 \sim 4.5\%$ 。如果光导体发光面的发射率(α)小于 1% ，发光面的出射角(与发光面 12 法线的夹角)增加，使得即使通过诸如棱镜薄板、透镜薄板之类的角度调节部件

要把发射光有效地调节到法线方向也非常困难。相反地，如果发射率(α)大于4.5%，液晶显示装置的面光源元件的亮度分布均匀性趋于下降。因此，优选地，发射率(α)设为1~4%，更优选地，设为1.2~3.5%。

为了实现面光源元件亮度分布的良好均匀性，最好能得到下述的发光特性，即峰值亮度的光(即具有最大光强度)沿与发光面法线方向成 $> 65^\circ$ 的角度从光导体1的发光面上发出，或峰值光和最大光强的50%的光夹角 $< 20^\circ$ 。如果最大光强值的峰值光和发光面法线方向的夹角 $< 65^\circ$ ，或最大光强值的峰值光和最大光强的50%的光夹角 $> 20^\circ$ ，光导体1的发射率(α)增加，由此使得实现发光面上的亮度分布均匀更加困难。

更进一步地，在本发明中，面光源元件需要尽可能高的亮度，而且最好是面光源元件发出的光集中在观察方向上。因此，最好使具有最大光强值的峰值光和具有最大光强值的10%的光夹角 $< 50^\circ$ 。如果夹角 $> 50^\circ$ ，即使采用光角度调节薄板，也会使非观察方向上发出的光的量增加，从而在观察方向上得不到足够高的亮度。

在本发明中，当光导体的表面包含由多个具有基本上为球形表面的凸状部件组成的微细凹凸粗糙平面时，最好使这些凸状部件的曲率半径相同，并且使平均周期(P)、微小平均曲率半径和组成光导体1粗糙面的微小平均曲率分布的平均偏差(S)满足一定的关系。即，最好使凸状部件的微小平均曲率半径(R)和平均周期(P)之比(R/P)设为3~10，微小平均曲率半径的分布平均偏差(S)和微小平均曲率半径(R)之比(S/R)设为 < 0.85 。

如果凸状部件的微小平均曲率半径(R)和平均周期(P)之比(R/P)小于3，具有基本上为球形表面的凸状部件的凹凸平面的平均倾斜角(θa)增加，由此光导体1的发射率(α)也增加。因此，光导体1的发光面上的亮度分布均匀性趋于下降。相反地如果该比值(R/P)大于10，具有基本球形表面的凸状部件的凹凸平面的平均倾斜角(θa)减小，由此光导体1的发射率(α)就非常低。因此，从光导体1的发光面上发出的光的总量就少，得不到足够的亮度。优选地，比值(R/P)设为5~7。

另外如果微小平均曲率半径的分布平均偏差(S)和微小平均曲率半径

(R)之比(S/R)大于 0.85，在光导体 1 的表面上形成的凸状部件的分布变得不均匀，光导体 1 发光面上的亮度分布均匀性趋于降低。优选地，该比值(S/R)设置为 < 0.8，更优选地，设为 < 0.7。

在本发明中，凸状部件的平均周期(P)是这样定义的，在光导体 1 的粗糙表面的任意方向上具有一定长度(如 1000mm)的线性区域上，用表面粗糙度测量仪测出凸状部件的凸起的个数，通过测得的凸起个数就可以计算得到平均周期 P，即一定长度(如 1000mm)除以凸起的个数就等于平均周期(P)。微小平均曲率半径 R，可从通过表面粗糙度测量仪测量包含凸状部件的粗糙表面得到的图用下列方法计算。首先，为简单起见，凸状部件的球形面被简化为圆弧，如图 3 的坐标系所示，这个圆可用下式(6)表示，其中 r 是圆的半径：

$$y^2 - 2ry + x^2 = 0 \cdots (6)$$

为了解出式(6)中的 y，假定每个凸状部件的凸起部分指向负 y 轴方向，得到下式(7)：

$$y = x^2 / \{ r + (r^2 - x^2)^{1/2} \} \cdots (7)$$

如在光学透镜设计中常用的，当采用凸部件球形表面的中心部分时， $r > x$ ，式(7)就可近似为式(8)：

$$y = x^2 / 2r \cdots (8)$$

而且，球形表面(圆弧)可用如下的二次曲线代替：

$$d^2y/dx^2 = 1/r \cdots (9)$$

因此，可以看出二次微分系数等于半径的倒数，相应地，通过计算表面粗糙度测量仪测得的曲线的二次微分系数，并计算出二次微分系数的倒数的平均值，就可得到微小平均曲率半径。

进一步地，如果一个区域被分成几个相等的子区域，且子区域的曲率半径用 r_i 表示，那么由下式(10)可得出微小平均曲率半径(R)：

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \cdots (10)$$

微小平均曲率半径的平均偏差(S)表示偏离平均值的偏差值，因此可以用

下式(11)表示：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n |r_i - R|}{n} \quad \dots \quad (11)$$

在本发明中，把微小子区域的尺寸设置为小于 5mm，测量微小平均曲率半径(R)和平均偏差(S)。微小平均曲率半径分布的平均偏差 S 和微小平均曲率半径 R 之比用下式(12)表示：

$$S/R = \frac{\sum_{i=1}^n |r_i - R|}{nR} \quad \dots \quad (12)$$

为了提高面光源元件的亮度，最好把面光源元件发出的光集中在观察方向上，因此最好使光导体 1 集中地向一个方向发光。在本发明中，为了使光导体 1 集中地向一个方向发光，光导体的发光面 12 和内表面 13 的中的至少一个为粗糙表面，优选地设计为微小平均倾斜角($\Delta\theta a$) $\geq 20^\circ$ 的区域不超过 2%。如果这样的区域超过 2%，光导体 1 的发光的集中程度就降低，即使采用诸如棱镜薄板之类的光角度调节部件，非观察方向上发出的光的数量也增加，从而导致面光源元件的亮度不能足够地提高。优选地，微小平均倾斜角 $\geq 20^\circ$ 的区域应设为 $\leq 1\%$ 。

特别地，根据本发明当光导体 1 发出的光的发射率(α)减小时，在光导体 1 中被反射后在其中传播、往复的光的比例增加，使光导体发光的量减少。因此优选地通过把发光的发射方向集中在一个方向上以提高面光源元件的发光亮度。微小平均倾斜角($\Delta\theta a$) $\geq 20^\circ$ 的区域占的比例用下述方法计算，用触针式表面粗糙度测量仪以 0.03mm/sec 的行速测量光导体 1 的粗糙表面的表面粗糙度，得到表面粗糙度图，把该图以一定的微小间隔(x_0)分成 n ($n=L/x_0$)个微小子区域(其中 x_0 取测量点 x_a 和 x_b 之间的距离)，根据下式(13)分别计算每个小区域的微小平均倾斜角($\Delta\theta a$)，然后计算微小平均倾斜角($\Delta\theta a$) $\geq 20^\circ$ 的小区域个数与小区域总个数之比。

$$\Delta\theta a = \tan^{-1} \{ |f(x_a) - f(x_b)| / x_0 \} \dots (13)$$

进一步地，当光导体的表面通过形成微细凹凸部分进行粗化时，它的霾值(haze value)优选地设为 20 ~ 40%。原因如下：通过降低光导体 1 发光面上的光发射率(α)可以使面光源元件具有均匀性高和弥散度小的

亮度。但是，当发射率相当小时，在光导体 1 中被反射时向外发射的光少了，在光导体内反射往复的光比例增加了。就期望提高面光源器件的亮度。于是进行了表面粗化处理，使光导体 1 的霾值设为 20 ~ 40%，由此可以提高面光源元件的亮度。如果光导体 1 的霾值小于 20%，粗糙平面的凸凹程度下降，就不能充分地提高面光源元件的亮度。另一方面，如果霾值大于 40%，粗糙表面的凹凸程度太大，在反射光上会出现斑点，而且亮度分布的均匀性降低。优选地，霾值设为 30 ~ 40%。

在光导体 1 上均匀地形成多个具有基本上为球形表面的凸状部件的加工方法，并不限定在某一种。例如：用热压，注射模成形等传递粗糙表面法，其中所用模子是具有用氢氟酸之类化学蚀剂进行化学蚀刻得到的粗糙表面的金属或玻璃模，或用玻璃球之类的微细颗粒喷射进行粗化的模子，或粗糙表面用喷射和化学蚀刻法相结合形成的模子；采用印刷之类方法在光导体 1 上进行凹凸层涂覆或粘接透明材料的方法；直接在光导体 1 表面用喷射法或蚀刻法等进行加工的方法。在这些方法中，优选采用下述方法：把玻璃球之类的微细颗粒吹到玻璃板表面，进行喷射处理，然后对玻璃板喷射处理后的表面用氢氟酸之类进行化学蚀刻，在玻璃板上形成用作模子的粗糙表面，利用这样得到的模子，通过热压法之类把粗糙表面传递给一个透明板，或者将透明树脂注射到模子中，这样就形成了具有粗糙表面的光导体 1。

在光导体 1 表面形成的多个透镜阵列也并不限于特定的某些种，只要具有平均倾斜角为 0.5 ~ 7.5° 的倾斜面就可以了，如图 4 和图 5 所示。例如：具有圆弧状截面的透镜阵列、具有锯齿状截面的棱镜阵列和具有连续波浪状截面的凹凸阵列等等都是可以的。在这些阵列中，特别优选的是其截面左右对称的棱镜阵列和透镜阵列。这些透镜阵列部沿着与光导体 1 的光入射面 11 平行的方向形成，更优选地，透镜阵列形成为彼此连续且平行。透镜阵列的高度根据其用途进行选择，一般优选地设置为 20 μ m-5mm。

作为在光导体 1 的表面上，形成包含一定倾斜角度(θ_a)的倾斜面的多个透镜阵列的方法，可以采用：在透明基板上热压的方法或用透明树脂注

射模法，其中金属或玻璃模子上有用化学蚀刻、刀具切削、激光加工等方法形成的透镜图案；在透明基板上涂覆可被激活能幅射固化的树脂，然后通过激活能幅射使树脂固化。转移得到透镜图案的方法；以及通过蚀刻、刀具切削、激光加工等方法在光导体 1 上直接加工的方法。

根据本发明的面光源元件的光导体 1 的尺寸并不限定。然而，为了继续提高本发明的优良效果，光导体 1 的长度(L)和厚度(t)之比优选地设为 ≤ 200 。如果 $L/t > 200$ ，即使降低光导体 1 的粗糙表面或透镜阵列的平均倾斜角(θ_a)，在发光面上也得不到足够的均匀亮度分布。优选地， L/t 设置为 ≤ 150 。特别是当面光源元件用在液晶显示装置上时， L/t 优选地设为 ≤ 100 ，更优选地为 ≤ 80 。

在本发明中，玻璃的或合成树脂的透明板状部件可用作光导体 1。作为合成树脂，可以采用各种高度透明的合成树脂如聚丙烯树脂、聚碳酸树脂、氯乙烯树脂等。这些树脂可以采用诸如挤压模法、注射模法之类的一般模压方法制成板状部件。特别地，异丁烯酸树脂具有优良的光传输、耐热和力学性能以及成形和加工性能等，更适合作光导体的材料，尤其是，含重量百分比 $\geq 80\%$ 的异丁烯酸甲脂的树脂适于做异丁烯酸树脂。而且，诸如玻璃球、二氧化钛之类的无机微细颗粒或苯乙烯树脂、聚丙烯树脂、硅酮树脂之类的微细颗粒，可以弥散在光导体 1 中作光散射材料。

在根据本发明的面光源元件中，诸如荧光灯之类的面光源 2 设置在上述光导体 1 的一端(光入射面 11)上，在与发光面 12 正对的光导体 1 的内表面 13 上形成反射膜等的反射层。为了把光从光源 2 有效地导入光导体 1，在光导体 1 的光源 2 和光入射面 11 上覆盖一层内表面涂了反射剂的外壳或薄膜 5。而且，光导体 1 可以采用多种形状，如图 6 所示的板状、楔状(厚度 t 沿长度 L 方向逐渐减小)，以及图 7 所示的形状(沿长度方向从中心向两端厚度 t 逐渐减小)。

在根据本发明的面光源元件中，从光导体 1 发出的光通常与发光面 12 的法线方向成 $60 \sim 80^\circ$ 角。因此，为了把光的发射方向调节到如法线方向之类的一特定方向，在光导体 1 上安装了光折射薄板或光角度调节薄板 3。在这种情况下，散射薄板、具有在其至少一面上平行地形成多个

透镜单元的透镜表面的透镜薄板等都可以用作光角度调节薄板3. 在透镜薄板上形成的透镜的形状因特定的使用目的而异。例如，可采用棱镜形、透镜形、波浪形之类。透镜薄板的透镜单元的高度优选地设为30 μ m ~ 0.5mm。当采用棱镜状薄板时，棱镜的顶角最好根据预定的从光导体1发光的发射角确定，通常优选地设置为50 ~ 120°。另外，棱镜薄板的方向也根据预定的从光导体1发光的发射角确定。可以在设置棱镜薄板时，使透镜面设在光导体的侧面或对面。

在具有粗糙表面或包含多个具有一定平均倾斜角(θ_a)的透镜阵列的表面的光导体1中，具有50 ~ 75°顶角的棱镜薄板通常设置为，其棱镜表面位于光导体侧面，由此发光面发出的光可基本上沿发光面12的法线方向。

在根据本发明的面光源元件中，必要时可以把多个光角度调节薄板3重叠放置。例如：当使用两个透镜薄板时，它们的每一个透镜阵列都以某一角度交叉或互相平行。每个透镜薄板放置时其透镜面朝上或朝下，在这种情况下，优选地采用下述方法，即与光导体1相连的第一透镜薄板的透镜面位于光导体侧面，其透镜阵列31与光源平行(见图1)，第二透镜薄板的透镜表面设在光导体背面，其透镜阵列与第一透镜薄板的透镜阵列垂直。当棱镜薄板用作透镜薄板时，优选地使第一棱镜薄板顶角设为50 ~ 75°，第二棱镜薄板顶角设为80 ~ 100°。

进一步地，根据本发明的面光源元件，形成透镜薄板的材料优选地采用具有较高的折射率和对可见光透过率高的材料。例如，可以采用聚乙烯树脂、聚碳酸树脂、氯丁烯树脂、激活能固化树脂之类。在这些材料中，从耐磨、易加工、生产率等考虑，优选采用激活能固化树脂。可以向透镜薄板加入添加剂，如抗氧化剂、紫外线吸收剂、防黄化剂、变蓝剂、颜料、散散剂之类。可以采用挤压模法、注射模法或其它的一般模压法制造透镜薄板。当透镜薄板3用激活能固化树脂制造时，由激活能固化树脂构成的透镜部分在透明薄膜或薄板上形成，该薄膜或薄板由诸如聚脂树脂、聚乙烯树脂、聚碳酸树脂、氯丁烯树脂、聚甲基丙烯亚胺树脂、聚烯烃树脂之类的透明树脂形成。首先，把激活能固化树脂液浇注到已形成了预定透镜

图案的透镜模子中，然后与透明基板叠放在一起。接着，用诸如紫外线、电子束之类的激活能通过透明基板照射固化树脂液，使其聚合、固化，已固化的树脂从透镜模子中剥落形成透镜薄板。

根据本发明的面光源元件和上述透镜薄板，可以采用散射薄板、滤色器、偏振膜以及能够进行光的折射、集束、散射或改变其光学性能的光学元件。而且，普通的直管状荧光灯可以用作光源2。当光源2难以更换时，可以利用多根光纤组成的光导线把光从其它另外设置的光源引进来。

如果在如图8所示构造的面光源元件的发光面一侧安装液晶显示元件7，就可以用作诸如手提式个人电脑和液晶电视之类所用的液晶显示装置。在这样的液晶显示装置中，亮度分布要求很高的均匀性，要求把弥散度($R\%$)降至 $\leq 30\%$ ，优选地为 $\leq 25\%$ ，更优选地为 $\leq 20\%$ 。

另外，如果安装的不是液晶显示元件7，而是标志板，该标志板用切割、印刷之类的方法在诸如异丁烯板之类的半透明塑料板上形成字符、图形、照片等，就可以用作车站、公共设施等的指路标志，大尺寸展板之类的标志显示装置。在这样的标志显示装置中，需要把弥散度($R\%$)降至 $\leq 250\%$ ，优选地为 $\leq 200\%$ 。

另外，如果安装的不是液晶显示元件7，而是用切割、印刷之类的方法在诸如异丁烯板之类的半透明塑料板上形成交通指路标志、交通标志，就可以用作高速公路或一般公路的各种指路、交通标志的显示装置。在这样的交通标志显示装置中，需要把弥散度($R\%$)降至 $\leq 450\%$ ，优选地为 $\leq 300\%$ 。

下面，结合下列实施例和比较例更详细地描述本发明，其中的物理性能和参量分别按如下方法测量。

发射率(α)

从光导体的光入射面的末端开始，以20mm为间隔测量亮度，在表示距光入射面末端的距离(L')与光导体1厚度(t)之比(L'/t)和亮度关系的对数图上计算梯度[K(mm^{-1})]，然后由式(2)计算发射率(α)。

弥散度($R\%$)

在光导体1的发光面上基本为中心的区域测量发光面的亮度，从距光

导体入射面末端 5m 处开始, 到相对的另一端的范围内以 20mm 为间隔进行测量, 求出测量亮度的最大值(I_{max})、最小值(I_{min})和平均值(I_{av})。然后, 由式(3)求出弥散度($R\%$)。

平均倾斜角(θ_a)

根据 ISO4287/1-1987 测量平均倾斜角(θ_a)。粗糙表面的粗糙度以 0.03mm/sec 的行速测量, 采用触针式表面粗糙度测量仪(SURFCOM 570A, 东京精器社制), 触针为 E-DT-504A($R=1 \mu m$, 55° 圆锥, 金刚石)。在由此得到的图上, 减去平均值进行倾斜修正, 由式(4)和(5)计算平均倾斜角。

光导体发光的角度分布的测定

把冷阴极发射管通过反相器(TDK 社制 CXA-M10L)与直流电源相连, 在阴极发射管上施加直流 12V 电压使其导通。光导体安装在测量台上, 使其可绕与阳极发射管的轴线平行的旋转柄在其中心旋转。然后, 在光导体上安装具有直径为 3mm 针孔的黑薄板, 使针孔处于光导体的中心, 在合适的位置设置亮度计(Minolta 社制 nt-1°), 调节亮度计和光导体之间的距离, 使测量圆的直径为 8 ~ 9mm。在冷阴极发射管时效(aging)30 分钟后, 旋转柄在-85° ~ +85° 范围内每旋转一度用亮度计测一次发光亮度。

从上述测量结果中, 求出具有最大光强的峰值光和法线的夹角(a); 具有最大光强的峰值光和具有最大光强的 50% 的光的夹角(b); 以及具有最大光强的峰值光和具有最大光强的 10% 光的夹角(c)。如图 9 所示。

面光源元件的法线亮度的测定(小型面光源元件)

把冷阴极发射管通过反相器(TDK 社制 CXA-M10L)与直流电源相连, 在冷阴极发射管上施加直流 12V 电压使其点弧。面光源元件安装在测量台上, 使其可绕与阴极发射管的轴线平行的旋转柄在其中心部分旋转。然后, 在光导体上安装具有直径为 3mm 针孔的黑薄板, 使针孔位于光导体的中心, 在合适的位置设置亮度计(Minolta 社制 nt-1°), 调节亮度计和光导体之间的距离, 使测量圆的直径为 8 ~ 9mm。在冷阴极发射管时效 30 分钟后, 旋转柄设为 0°, 用亮度计测量发光的亮度。测量时,

把靠近冷阴极管 5mm 的区域除外的其它区域分割成 $20mm \times 20mm$ 的子区域，测量各子区域的亮度。然后，把各测量值平均得到法线亮度。
面光源元件的法线亮度的测定(大型面光源元件)

除了光源采用 30W 的荧光灯外，测量方法与小型面光源元件相同。
微小平均倾斜角($\Delta \theta a$) $\leq 20^\circ$ 的区域占的面积比

以与平均倾斜角(θa)相同的方式测量粗糙表面的表面粗糙度，把得到的图以 1mm 为间隔分成几个小区域，根据上述式(B)计算各小区域的微小平均倾斜角($\Delta \theta a$)。根据计算结果，求出微小平均倾斜角($\Delta \theta a$) $\geq 20^\circ$ 的小区域与全部小区域数的比。

表面粗糙度的测定

采用触针式表面粗糙度测量仪(SURFCOM 570A 型，东京精器社制)，触针为半径 1mm，圆锥顶角 55° 的金刚石针，以 $0.03mm/sel$ 的行速每隔 5mm 记录一次(表面粗糙度)测量值。另外，一次微分系数(Ki)和二次微分系数(Li)根据测量值(Di)用下式(14)和(15)计算得到：

$$Ki = (Di+1 - Di)/5 \cdots (14)$$

$$Li = (Ki+1 - Ki)/5 \cdots (15)$$

平均周期(S)

在光导体任意方向的 $1000 \mu m$ 长的直线上，以 $5 \mu m$ 为间隔测量一次微分系数(Ki)，把这样得到的一次微分系数(Ki)值顺序连接，按下式(16)计算出平均周期(S)，其中 m 是连接线穿过“零”线的次数：

$$S = (1000 \times 2)/m \cdots (16)$$

微小平均曲率半径(R)

计算用触针式表面粗糙度测量仪得到的二次微分系数(Li)的倒数的绝对值，把得到的值($< 10^{-6}$ 的值除外)平均。把这样得到平均值作为微小平均曲率半径(R)。

微小平均曲率半径分布的平均偏差(S)

根据在光导体 1 任意方向的 $1000 \mu m$ 长的直线上，以 $5 \mu m$ 为间隔测得的曲率半径(vi)和微小平均曲率半径(R)，由式(11)计算平均偏差(S)。

(实施例 1)

对玻璃板表面进行喷丸处理，采用颗粒尺寸 $125 \sim 149\text{mm}$ 的玻璃球(不二制作所制 FGB-120)，玻璃板和喷嘴之间的距离为 10cm ，喷射压力为 4kg/cm^2 。然后，用氢氟酸在玻璃板的喷丸处理表面进行化学蚀刻处理，用电铸法在玻璃板表面形成复型(replica)模，用该模进行热压，把粗糙表面传递到 $165\text{mm} \times 210\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂的一个表面上，就形成了光导体。

这样得到的光导体的粗糙表面，基本上为球形的微细凸状部件均匀分布。测量了平均倾斜角(θ_a)和具有微小平均倾斜角($\Delta \theta_a$) $> 20^\circ$ 的区域占的面积比，结果如表 1 所示。用触针式表面粗糙度测量仪测量这样得到的光导体的粗糙表面，得到如图 10 所示的粗糙表面图。从图中计算一次微分系数和二次微分系数，结果示于图 10。表 1 还表示了光导体表面的结构参数。另外，测量了光导体发光的角度分布，得到具有最大光强的峰值光与法线的夹角(峰值角)、最大光强的峰值光和最大光强的 50% 的光的夹角(50% 峰值角)，以及最大光强的峰值光与最大光强的 10% 的光的夹角(10% 峰值角)，结果示于表 1。

在光导体的 210mm 方向的一个端面和 165mm 方向的两个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜，还在正对粗糙发光面的内表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜以形成反射面。在光导体的 210mm 方向的另一个端面上设置直管型荧光灯(松下电器产业社制 KC230T4E， $\phi 4\text{mm} \times 230\text{mm}$)。然后在光导体的发光面上设置包含多个平行的棱镜阵列的棱镜薄板，各棱镜阵列的顶角为 63° ，高度为 $50 \mu\text{m}$ ，用在 PET 薄膜上折射率为 1.53 的聚丙烯紫外线固化树脂制成，光导体的发光面与棱镜表面对置，由此构成了面光源元件。计算了面光源元件的法线亮度。结果如表 1 所示。

用 $300\text{mm} \times 90\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的透明聚丙烯薄膜接与上述相同的手序形成光导体，在该光导体的 300mm 方向的两个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜，还在正对粗糙发光面的内表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜以形成反射面。在光导体的 90mm 方向的一个端面上设置直

管型荧光灯(松下电器产业社制 KC130T4E $\phi 4\text{mm} \times 130\text{mm}$)。测算该面光源元件的发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表 1。

(实施例 2)

对抛光的不锈钢板进行喷丸处理，采用颗粒尺寸 $125 \sim 149\mu\text{m}$ 的玻璃球(不二制作所制 FGB-120)，不锈钢板和喷嘴之间的距离为 10cm ，喷射压力为 4kg/cm^2 。用该不锈钢板进行热压，把粗糙表面传递到 $165\text{mm} \times 210\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂的一个表面上，就形成了光导体。

这样得到的光导体的粗糙表面，其表面基本上为球形的微细凸状部件均匀分布。测量了平均倾斜角(θ_a)和具有微小平均倾斜角($\Delta \theta_a \geq 20^\circ$)的区域占的面积比，结果如表 1 所示。用触针式表面粗糙度测量仪测量了这样得到的光导体的粗糙表面，表 1 还表示了光导体表面的结构参数。另外，测量了光导体发光的角度分布，得到具有最大光强的峰值光与法线的夹角(峰值角)、最大光强的峰值光与最大光强的 50% 的光的夹角(50% 峰值角)、最大光强的峰值光和最大光强的 10% 的光的夹角(10% 峰值角)，结果示于表 1。

用这样得到的光导体采用与实施例 1 同样的方法制成面光源元件，测量其法线亮度，结果示于表 1。还利用与实施例 1 结构相同的该面光源元件，测量了光导体的发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表 1。

(实施例 3)

用实施例 2 中采用的不锈钢板模子，采用热传递法把粗糙表面传递到 $210\text{mm} \times 165\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上以得到光导体。这样得到的光导体与实施例 2 具有相同的结构、物理性能和特征。将该光导体采用与实施例 1 同样的方法制成面光源元件、测量这样得到的面光源元件的法线亮度，结果示于表 1。还利用与实施例 1 结构相同的该面光源元件，测量了光导体的发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表 1。

(实施例 4)

除透明聚丙烯树脂板采用在 210mm 方向上一端厚度为 3mm ，另一端厚度为 1mm 的楔形板外，用与实施例 1 同样的方法制成光导体。

得到的光导体与实施例 1 的结构、物理性能和特征相同。除在光导体

的厚为 3mm 的端面上设置直管型荧光灯外, 用与实施例 1 同样的方法构造面光源元件。测量由此构造的面光源元件的法线亮度和其光导体的发射率和弥散度($R\%$), 示于表 1。

(比较例 1)

除了用于喷丸处理的玻璃球尺寸为 $74 \sim 88 \mu\text{m}$ (不二制作所社制 FB-200)外, 采用与实施例 2 相同的方法得到光导体。测量了这样得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)和具有微小平均倾斜角($\Delta \theta_a \geq 20^\circ$)的区域占的面积比, 结果如表 1 所示。还用触针式表面粗糙度测量仪测了其粗糙表面, 表面粗糙度图如图 11 所示。求出了一次和二次微分系数, 分别示于图 11。表 1 还表示了光导体表面的结构参数。而且, 利用该光导体测量了光导体发光的角度分布, 得到具有最大光强的峰值光与法线的夹角(峰值角)、最大光强的峰值光与最大光强的 50% 的光的夹角(50% 峰值角)、最大光强的峰值光和最大光强的 10% 的光的夹角(10% 峰值角), 结果示于表 1。

用这样得到的光导体采用与实施例 1 同样的方法制成面光源元件, 测量其法线亮度, 结果示于表 1。还利用与实施例 1 结构相同的该面光源元件, 测量了光导体的发射率和弥散度($R\%$), 结果示于表 1。

(比较例 2)

在比较例 1 中用不锈钢板模子, 将其粗糙表面传递到 $210\text{mm} \times 165\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体与实施例 2 的结构、物理性能和特征相同。利用该光导体采用与实施例 1 同样的方法制成面光源元件, 测量其法线亮度, 结果示于表 1。还利用与实施例 1 结构相同的该面光源元件, 测量了光导体的发射率和弥散度($R\%$), 结果示于表 1。

(比较例 3)

除了用于喷丸处理的玻璃球尺寸为 $53 \sim 62 \mu\text{m}$ (不二制作所社制 FGB-300), 喷射压力为 5kg/cm^2 外, 采用与实施例 2 相同的方法得到光导体。测量了这样得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)和微小平均倾斜角($\Delta \theta_a \geq 20^\circ$)的区域占的面积比, 结果如表 1 所示。还用触针式表面粗糙度

测量仪测了其粗糙表面, 表 1 表示了光导体表面的结构参数。而且, 利用该光导体测量了光导体发光的角度分布, 得到具有最大光强的峰值光与法线的夹角(峰值角)、最大光强的峰值光方向与最大光强的 50% 的光的夹角(50% 峰值角)、最大光强的峰值光和最大光强的 10% 的光的夹角(10% 峰值角), 结果示于表 1。求出得到的面光源元件的法线亮度, 示于表 1。另外, 还利用与实施例 1 结构相同的该面光源元件, 测量了光导体的发射率和弥散度($R\%$), 结果示于表 1。

(实施例 5)

在黄铜板上用金刚石刀具形成具有图 4 所示形状的棱镜图案的模子, 棱镜图案包括多个顶角 172° 、高为 $50 \mu m$ 、彼此平行、连续形成的棱镜阵列。用这个模子把棱镜表面热传递到 $210mm \times 165mm \times 4mm$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)为 4.2° 。在得到的光导体的 $165mm$ 方向的两个端面和 $200mm$ 方向的一个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜, 在正对棱镜发光面的外表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜以形成反射面。在光导体的剩余的另一端面上通过蒸镀了银的 PET 薄膜设置用作光源的冷阴极管(松下电器社制 KC230T4E, $\phi 4mm \times 230mm$), 然后在光导体的发光面上设置包含多个平行的棱镜阵列的棱镜薄板, 各棱镜阵列的顶角为 63° , 高度为 $50mm$, 用在 PET 薄膜上折射率为 1.53 的聚丙烯紫外线固化树脂制成, 光导体的发光面与棱镜表面对置, 由此构成了面光源元件。计算了得到的面光源元件的法线亮度, 结果示于表 2。

另外, 用 $300mm \times 90mm \times 3mm$ 的透明聚丙烯树脂板按与上述相同的顺序形成光导体。除在得到的光导体的 $300mm$ 方向的两端粘附蒸镀了银的 PET 薄膜外, 用与上面所述相同的方法制作面光源元件。计算得到的面光源元件的光导体的发射率和弥散度($R\%$), 结果示于表 2。

(实施例 6)

在黄铜板上用金刚石刀具形成具有图 5 所示形状的透镜图案的模子, 透镜图案包括多个高为 $50 \mu m$ 、彼此平行、连续形成的透镜阵列。用这个模子把透镜表面热传递到 $210mm \times 165mm \times 4mm$ 的透明聚丙

烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)为4.3°。将得到的光导体用与实施例5相同的方法制作面光源元件。计算得到的面光源元件的法线亮度，结果示于表2，还计算了得到的面光源元件的光导体发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表2。

(比较例4)

在黄铜板上用金刚石刀具形成具有图12所示形状的棱镜图案的模子，棱镜图案包括多个顶角164°，高为50μm、彼此平行、连续形成的棱镜阵列。用这个模子把棱镜表面热传递到210mm×165mm×4mm的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)为8.2°。将得到的光导体用和实施例5相同的方法形成面光源元件，求其法线亮度，示于表2。还制作了与实施例5同样的面光源元件，求出其光导体的发射率和弥散度($R\%$)，示于表2。

(比较例5)

在黄铜板上用金刚石刀具形成具有图13所示的透镜图案的模子，透镜图案包括多个高为50μm、彼此平行、连续形成的透镜阵列。用这个模子把透镜表面热传递到210mm×165mm×4mm的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)为8.3°。将得到的光导体用与实施例5同样的方法形成面光源元件，测其法线亮度，示于表2。还制作与实施例5相同的面光源元件，测其光导体发射率和弥散度($R\%$)，示于表2。

实施例1～6和比较例1～5的面光源元件用作液晶显示装置的背景灯时，使用本发明实施例1～6的面光源元件可以十分清楚地观察到均匀的液晶显示画面。而使用本发明比较例1～5的面光源元件时，离光源近的地方的画面比较清晰，离光源越远，清晰度下降越明显。

(实施例7)

与实施例1同样地，把粗糙表面热传递到1250mm×600mm×10mm的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。测量得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)和微小平观倾斜角($\triangle Ra$)≥20°的区域的面积比，结果示于表3。得到的光导体粗糙表面结构和发光特征与实施例1相同。

在得到的光导体的 600mm 方向的一个端面和 1250mm 方向的两个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜，还在正对粗糙发光面的内表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 膜以形成反射面。在光导体的 600mm 方向的另一个端面上设置 30W 的直管型荧光灯(松下电器产业社制 PSL30T6W)。然后在光导体的发光面设置包含多个平行的棱镜阵列的棱镜薄板，各棱镜阵列的顶角为 63°，高度为 50mm，用在 PET 薄膜上折射率为 1.53 的聚丙烯紫外线固化树脂制成，光导体的发光面与棱镜表面对置，由此构成了面光源元件。计算了面光源元件的法线亮度，结果示于表 1。

用 1250mm × 600mm × 10mm 的透明聚丙烯树脂板按与上述相同的顺序形成光导体，在光导体的 1250mm 方向的两个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜，还在正对粗糙发光面的内表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜以形成反射面。在光导体的 600mm 的一个端面上设置 30W 的直管型荧光灯(松下电器产业社制 FSL30T6W)。利用该面光源元件，计算其光导体的发射率和弥散度(R%)，表示于表 4。

(比较例 6)

与比较例 1 相同地，把粗糙表面热传递到 1250mm × 600mm × 10mm 透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体，测量了得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)和微小平均倾斜角($\Delta \theta_a$) $\geq 20^\circ$ 的区域占的面积比结果示于表 3。得到的光导体粗糙表面的结构、发光特征与比较例 1 相同。将得到的光导体用与实施例 7 同样的方法制成面光源元件，计算其法线亮度，示于表 3。还利用与实施例 7 同样结构的面光源元件，计算其光导体的发射率和弥散度(R%)，结果示于表 3。

(实施例 8)

与实施例 5 同样地，把棱镜表面热传递到 1250mm × 600mm × 10mm 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体，得到的光导体的平均倾斜角(θ_a)为 4.2°。在得到的光导体的 1250mm 方向的两个端面和 600mm 的一个端面上粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜，还在正对粗糙发光面的内表面上用胶带粘附一层蒸镀了银的 PET 薄膜以形成反射面。在光

导体剩余的一个端面上设置 30W 的直管型荧光灯(松下电器产业社制 FSL30T6W)。然后在光导体的发光面上设置包含多个平行的棱镜阵列的棱镜薄板，各棱镜阵列的顶角为 63° ，高度为 $5\mu\text{m}$ ，用在 PET 薄膜上折射率为 1.53 的聚丙烯紫外线固化树脂制成，光导体的发光面与棱镜表面对置，由此构成了面光源元件。计算了得到的面光源元件的法线亮度，结果示于表 4。

另外，用 $1250\text{mm} \times 600\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板接与上述相同的顺序形成光导体。除了在光导体的 1250mm 方向的两个端面上粘附蒸镀了银的 PET 薄膜外，用与上述相同的方法制作面光源元件，计算其光导体的发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表 4。

(实施例 9)

与实施例 6 相同地，把透镜表面热传递到 $1250\text{mm} \times 600\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体平均倾斜角为 4.3° 。将得到的光导体用与实施例 8 同样的方法形成面光源元件，计算其法线亮度，示于表 4。还制作和实施例 8 同样的面光源元件，计算得到的面光源元件的光导体的发射率和弥散度($R\%$)，示于表 4。

(比较例 7)

与比较例 4 相同地，把棱镜表面热传递到 $1250\text{mm} \times 600\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体平均倾斜角为 8.2° 。将得到的光导体用与实施例 8 同样的方法形成面光源元件，计算其法线亮度，示于表 4。还制作了和实施例 8 同样的面光源元件，计算得到的面光源元件的光导体的发射率和弥散度($R\%$)，示于表 4。

(比较例 8)

与比较例 5 相同地，把棱镜表面热传递到 $1250\text{mm} \times 600\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的透明聚丙烯树脂板的一个表面上形成光导体。得到的光导体平均倾斜角为 8.3° 。将得到的光导体用与实施例 8 同样的方法形成面光源元件，计算其法线亮度，示于表 4。还制作了和实施例 8 同样的面光源元件，计算得到的面光源元件的光导体的发射率和弥散度($R\%$)，结果示于表 4。

在实施例 7 ~ 9 和比较例 6 ~ 8 的面光源元件上，配置印刷了照片或交通标志的半透明聚丙烯树脂板，就构成大尺寸展板或标志。在使用本发明实施例 7 ~ 9 的面光源元件的画板和标志中，非常清晰均匀。而在使用比较例 6 ~ 8 的面光源元件时，离光源近的地方观察到比较清晰的画面，离光源越远，清晰度下降越明显，在端部附近就相当地暗。

本发明提供了这样的面光源元件，在光导体的发光面和与其正对的内表面中至少其一的面上，设置了包含多个平均倾斜角为 $0.5 \sim 7.5^\circ$ 的表面基本为球形的凸状体或倾斜面的透镜阵列或棱镜阵列的粗糙表面，可以得到高的亮度，无须斑点图案等均匀化处理工艺就可以实现发光面的均匀亮度分布，因此适合用在手提式个人电脑、液晶电视等的液晶显示装置，以及指路标志板、大尺寸展板、高速或一般公路上的指路标志、交通标志等的显示装置上。

表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	比较例 1	比较例 2	比较例 3
L/t	41.3	55	41.3	-	55	41.3	55
平均倾斜角(θ_a)(度)	2.7	2.9	2.9	2.7	8.4	8.4	21.8
$\Delta \theta > 20^\circ$ 的比例(%)	0	0.5	0.5	0	3	3	4
弥散度(R%)(%)	14	19	18	18	163	121	850
发射率(α) (%)	1.27	1.73	1.73	2.50	4.67	4.67	8.46
法线亮度 (cd/cm ²)	2424	2074	1991	2450	2324	2291	2060
微小平均曲率半径(R) (μm)	206.6	255.8	255.8	206.6	69.0	69.0	49.8
平均偏差(S)(μm)	135.0	196.7	196.7	135.0	61.1	61.1	44.9
S/R	0.657	0.769	0.769	0.657	0.886	0.886	0.902
平均周期(P)(μm)	35.1	48.8	48.8	35.1	28.6	28.6	37.0
R/P	5.86	5.20	5.20	5.86	2.41	2.41	1.35
峰值角 (度)	71	70	70	71	63	63	67
与 50% 强度光的夹角 (度)	15	16	16	15	26	26	23
与 10% 强度光的夹角 (度)	32	47	47	32	51	51	62

表 2

	实施例 5	实施例 6	比较例 4	比较例 5
L/t	41.3	41.3	41.3	41.3
平均倾斜角(θ_a)(度)	4.2	4.3	8.2	8.3
强散度(R%)(%)	17	18	110	115
发射率(α) (%)	1.61	1.61	4.15	4.15
法线亮度 (cd/cm ²)	2303	2327	2176	2240

表 3

	实施例 7	比较例 6
L/t	125	125
平均倾斜角(θ_a)(度)	2.7	8.4
$\Delta \theta > 20^\circ$ 的比例(%)	0	3
弥散度($R\%$)(%)	180	650
发射率(α) (%)	3.40	9.10
法线亮度 (cd/cm ²)	397	345
微小平均曲率半径(R) (μ m)	206.6	69.0
平均偏差(S) (μ m)	135.0	61.1
S/R	0.657	0.886
平均周期(P) (μ m)	35.1	28.6
R/P	5.86	2.41
峰值角 (度)	71	63
与 50% 强度的夹角(度)	15	26
与 10% 强度光的夹角(度)	32	51

表 4

	实施例 8	实施例 9	比较例 7	比较例 8
L/t	125	125	125	125
平均倾斜角(θ_a)(度)	4.2	4.3	8.2	8.3
强散度($R\%$)(%)	170	180	630	670
发射率(α) (%)	3.20	3.20	8.10	8.30
法线亮度 (cd/cm ²)	352	360	308	315

说 明 书 附 图

图 1

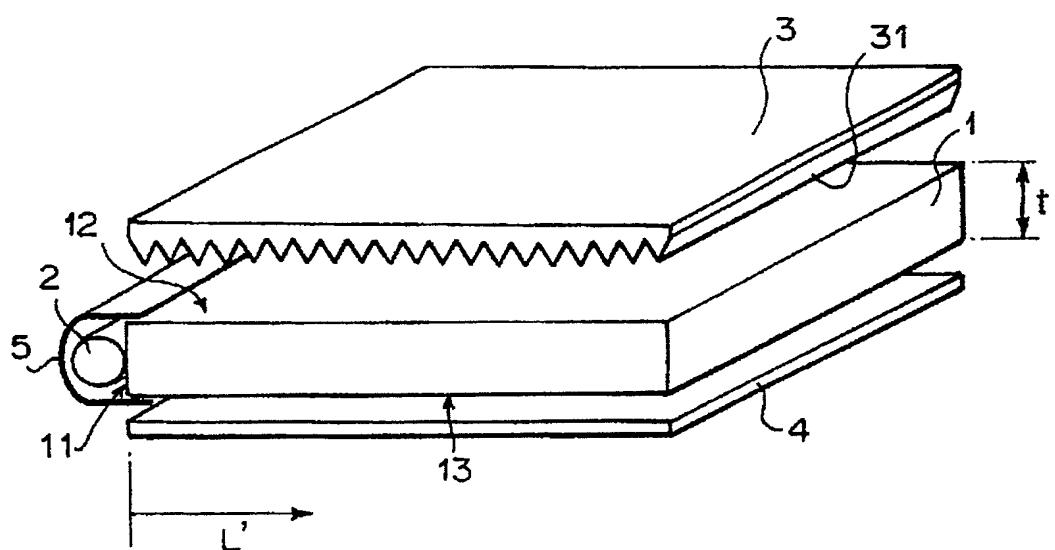


图 2

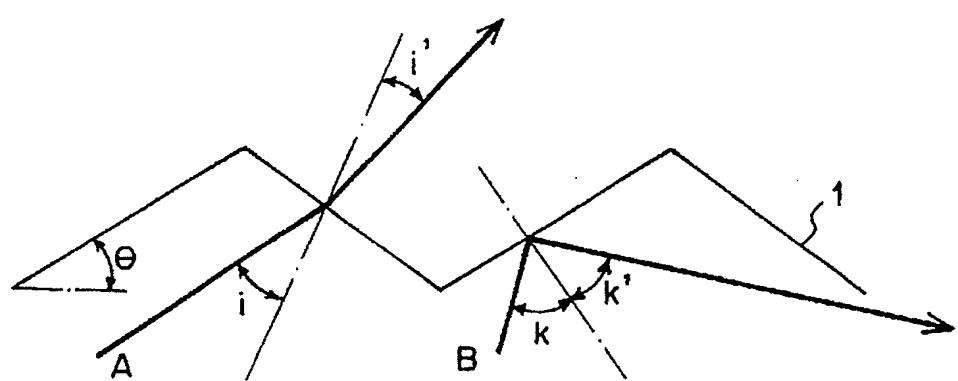


图 3

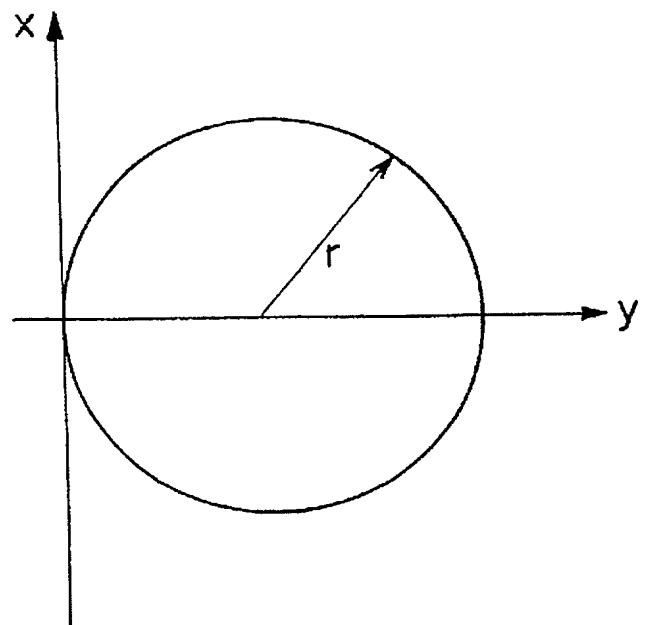


图 4

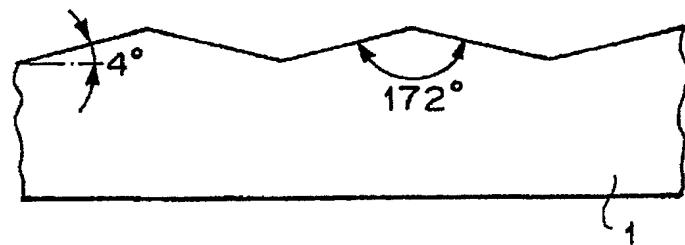


图 5

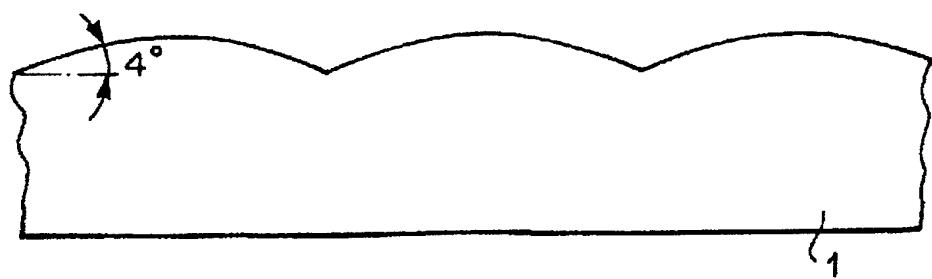


图 6

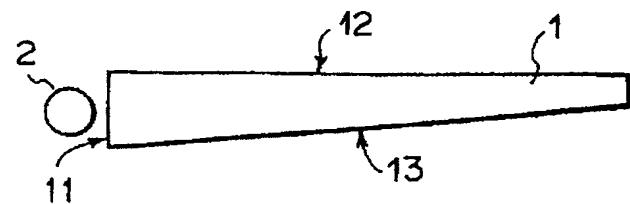


图 7

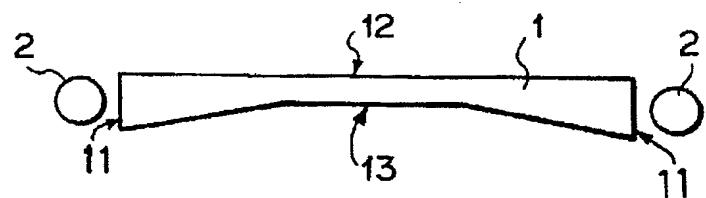


图 8

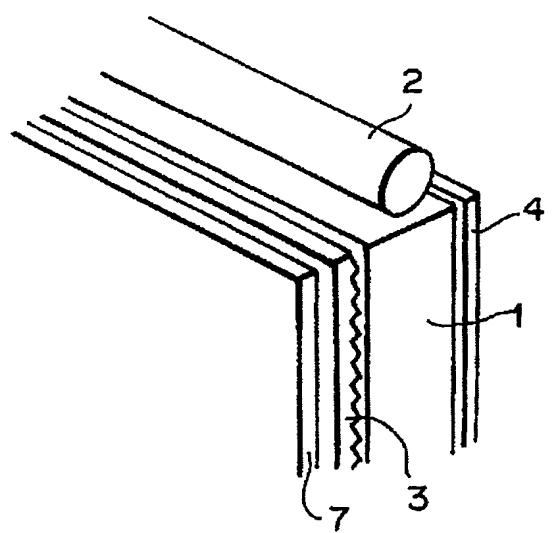


图 9

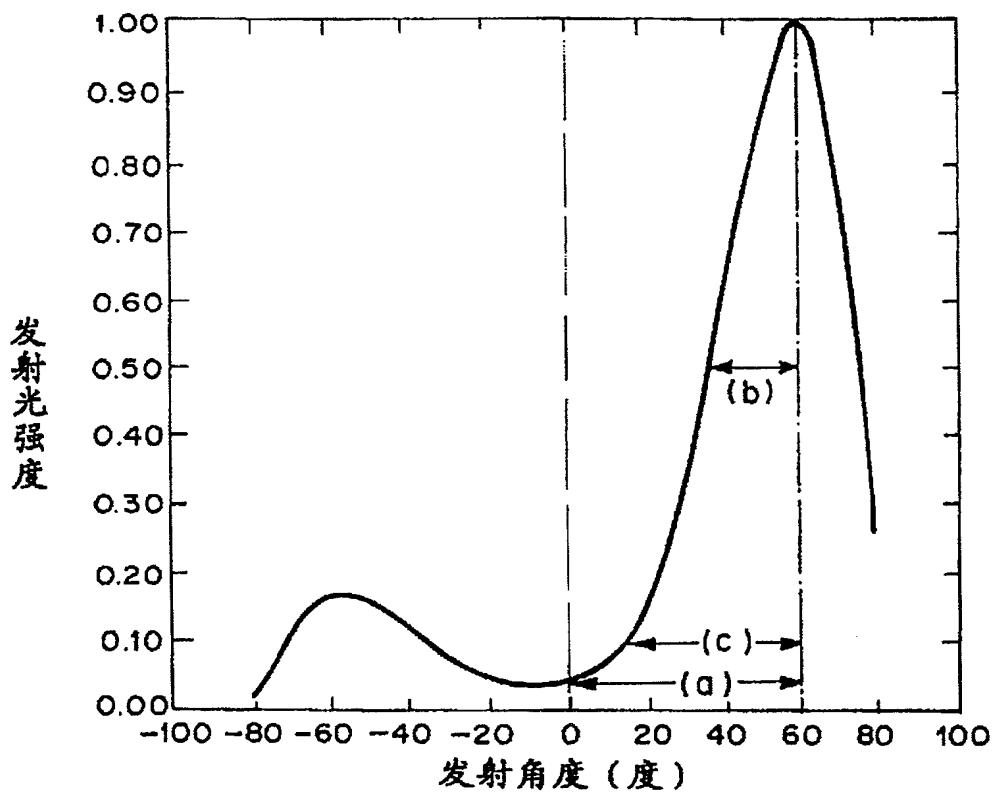


图 12

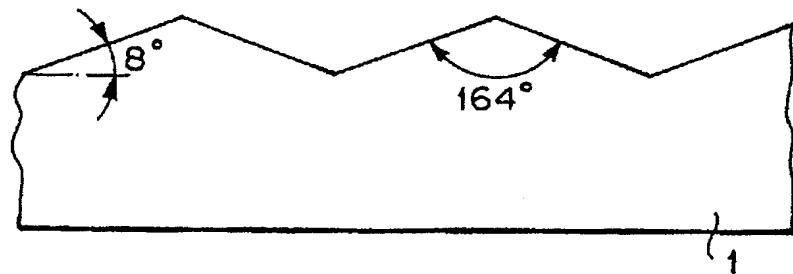


图 13

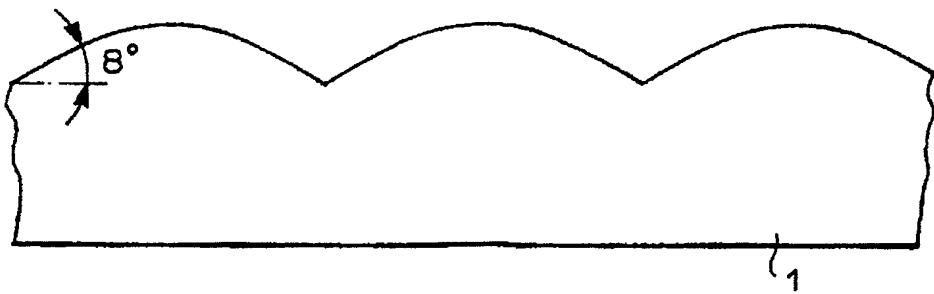


图 10

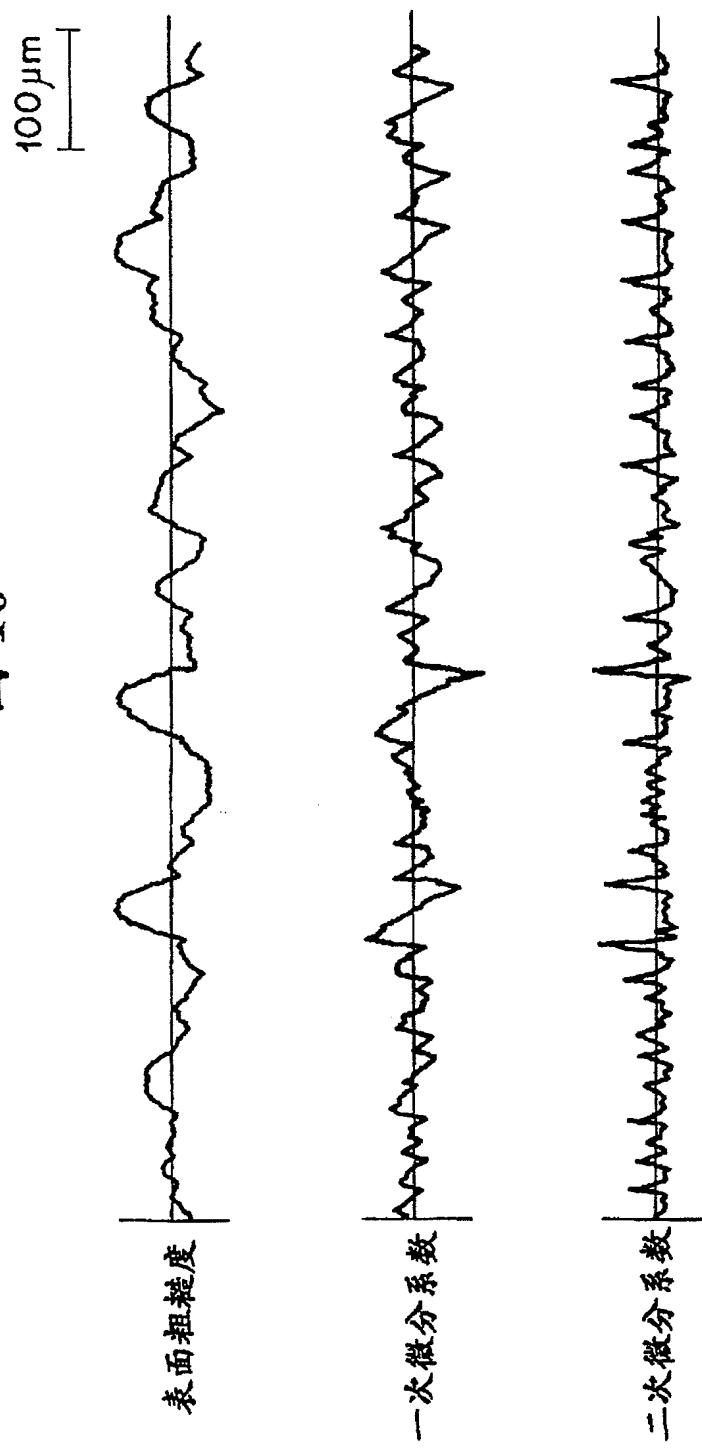


图 11

